

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Gebrauchsmusterschrift**
⑩ **DE 200 12 060 U 1**

⑤1 Int. Cl. 7:
G 01 N 25/68
G 01 K 11/12
G 01 N 21/59

②1 Aktenzeichen: 200 12 060.3
②2 Anmeldetag: 12. 7. 2000
④7 Eintragungstag: 12. 10. 2000
④3 Bekanntmachung
im Patentblatt: 16. 11. 2000

DE 200 12 060 U 1

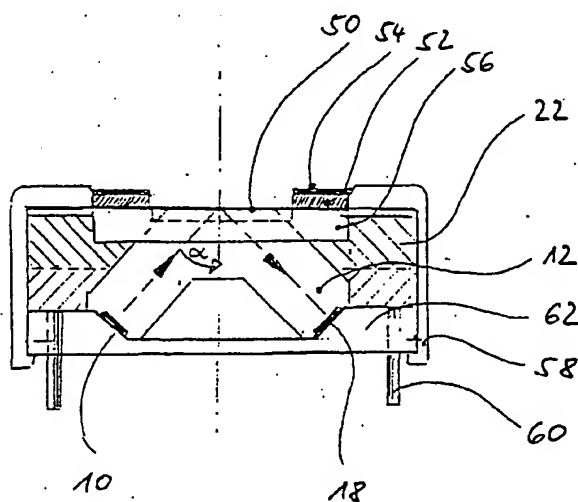
⑤6 Innere Priorität:
199 32 438. 7 12. 07. 1999

⑦3 Inhaber:
Bartec Componenten und Systeme GmbH, 97980
Bad Mergentheim, DE

⑦4 Vertreter:
Weber & Heim Patentanwälte, 81479 München

⑤4 **Vorrichtung zum Bestimmen der Taupunkttemperatur**

- ⑤7 Vorrichtung zum Bestimmen der Taupunkttemperatur eines Messgases, mit
- mindestens einem Kondensationsbereich (36, 38, 50),
 - mindestens einer Lichtquelle (10) zum Aussenden von Licht auf den Kondensationsbereich (36, 38, 50), wobei das Reflexionsvermögen des Kondensationsbereiches (36, 38, 50) von der Kondensation des Messgases abhängt,
 - mindestens einem Lichtsensor (18) zum Ermitteln der von dem Kondensationsbereich (36, 38, 50) reflektierten Lichtintensität und
 - Mitteln (22) zum Einstellen der Temperatur des Kondensationsbereiches (36, 38, 50),
- dadurch gekennzeichnet, dass der Lichtweg von der Lichtquelle (10) zum Lichtsensor (18) im wesentlichen durch ein Medium verläuft, welches von dem Messgas verschieden ist.



DE 200 12 060 U 1

Weber & Heim

Deutsche Patentanwälte
European Patent Attorneys
Euro Trademark Attorneys

2.07.00

Irmgardstrasse 3
D-81479 München
Tel. 089-79 90 47
Fax 089-791 52 56

B 996

Vorrichtung zum Bestimmen der Taupunkttemperatur

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Bestimmen der Taupunkttemperatur eines Messgases, mit mindestens einem Kondensationsbereich, mindestens einer Lichtquelle zum Aussenden von Licht auf den Kondensationsbereich, wobei das Reflexionsvermögen des Kondensationsbereiches von der Kondensation des Messgases abhängt, mindestens einem Lichtsensor zum Ermitteln der von dem Kondensationsbereich reflektierten Lichtintensität und Mitteln zum Einstellen der Temperatur des Kondensationsbereiches.

Eine gattungsgemäße Vorrichtung wird in der EP 0780 683 A2 beschrieben. In einer Platte wird ein Temperaturgradient erzeugt. Infolge dieses Temperaturgradienten und des daraus resultierenden Temperatúrausgleichs ist die Temperatur an einer beliebigen Stelle der Platte zeitlich veränderlich. Eine Stelle der Platte wird

DE 200 12 060 U1

als Kondensationsbereich verwendet. Aus einer Lichtquelle wird Licht auf diesen Bereich ausgesendet, von dem Bereich reflektiert und nachfolgend von einem Lichtsensor nachgewiesen. Wird nun durch die zeitliche Veränderung der Temperatur des Kondensationsbereiches die Taupunkttemperatur des im Oberflächenbereich der Platte befindlichen Messgases erreicht, so schlägt sich dieses im Kondensationsbereich nieder. In diesem Moment tritt eine Veränderung des Reflexionsvermögens des Kondensationsbereiches ein, und folglich verändert sich die von dem Lichtsensor nachgewiesene Lichtintensität.

Bei der gattungsgemäßen Vorrichtung ist problematisch, dass das ausgesendete und empfangene Licht beim Durchtritt durch das Messgas beeinflusst wird. Beispielsweise treten aufgrund von Verschmutzungen, Dampfbildungen oder Temperaturgradienten im Messgas Verfälschungen des Messergebnisses auf. Zum Beispiel kann eine eintretende Trübung des Messgases die vom Lichtsensor nachgewiesene Intensität abschwächen; dies kann in einem ungünstigen Fall zur Vortäuschung des Erreichens des Taupunktes führen. Insbesondere wenn ein solcher Effekt in der Nähe des erwarteten und tatsächlichen Taupunktes liegt, ist ein solcher "Dreckeffekt" nicht mehr von den eigentlich zu messenden Phänomenen trennbar.

Der Erfindung liegt daher die **A u f g a b e** zugrunde, den Stand der Technik dahingehend weiterzubilden, dass die oben genannten Nachteile ausgeräumt werden, wobei insbesondere Verfälschungen des Messergebnisses vermieden werden sollen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen der Ansprüche 1 und 39 gelöst.

Die Vorrichtung baut auf dem gattungsgemäßen Stand der Technik dadurch auf, dass der Lichtweg von der Lichtquelle zum Lichtsensor im wesentlichen durch ein Medium verläuft, welches von dem Messgas verschieden ist. Auf diese Weise wird verhindert,

dass das Messgas, insbesondere Verschmutzungen oder Dampfbildung, die von dem Lichtsensor nachgewiesene Lichtintensität beeinflussen. Man erhält somit ein zuverlässiges und exaktes Messergebnis.

Bevorzugt weist der Kondensationsbereich eine sensitive Schicht auf. Der Kondensationsbereich kann also unabhängig von dem Medium, durch welches der Lichtweg verläuft, in optimaler Weise gewählt werden.

In diesem Zusammenhang ist besonders vorteilhaft, wenn die sensitive Schicht auswechselbar ist. Auf diese Weise können auch biologische oder chemische Reaktionen bzw. Vorgänge, die reversibel oder irreversibel verlaufen oder die bevorzugt bei einer bestimmten Temperatur stattfinden oder erst durch diese ermöglicht werden, detektiert werden. Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist so also im Hinblick auf verschiedene Aufgabenstellungen anpassbar.

Vorzugsweise ist an dem Kondensationsbereich ein Temperaturfühler vorgesehen. Mit einem Temperaturfühler lässt sich die jeweilige Temperatur des Kondensationsbereiches exakt bestimmen. Somit kann auch die Taupunkttemperatur bei zusätzlicher Berücksichtigung der Intensitätsschwankungen des vom Lichtsensor nachgewiesenen Lichts genau ermittelt werden.

Bevorzugt umfasst der Temperaturfühler eine temperatursensitive Schicht, und die temperatursensitive Schicht ist wenigstens teilweise von einer Passivierungsschicht bedeckt. Somit ist es möglich, die erfindungsgemäße Vorrichtung durch einen Schichtaufbau aus sensitiver Schicht, temperatursensitiver Schicht und Passivierungsschicht zu verwirklichen. Die Passivierungsschicht dient dazu, die Kondensationsvorgänge auf den Kondensationsbereich zu lokalisieren.

Bevorzugt ist eine dem ausgesendeten Licht ausgesetzte Seite des Temperaturfühlers absorbierend Licht, welches auf den Tem-

peraturfühler fällt, wird daher nicht reflektiert. Damit wird die Gesamtintensität des an den Lichtsensor übermittelten Lichtes erniedrigt; folglich steigt der Lichtanteil im nachgewiesenen Licht, welcher tatsächlich von Bereichen reflektiert wird, an denen eine Kondensation bei gegebener Taupunkttemperatur stattfindet. Die relative Intensitätsänderung bei einsetzender Kondensation erhöht sich daher, was insgesamt die Empfindlichkeit des Messgerätes verbessert.

Vorzugsweise ist eine Regelung vorgesehen, welche die Temperatur des Kondensationsbereiches auf die Taupunkttemperatur regelt. Die Temperatur des Reflexionsbereiches kann damit so eingestellt werden, dass er ständig mit einer dünnen Schicht Kondensat bedeckt ist. Die an der Schicht gemessene Temperatur entspricht dann der Taupunkt- bzw. Frosttemperatur.

Vorteilhafterweise ist zum Einstellen der Temperatur ein Heiz-/Kühlelement vorgesehen. Damit sind beliebige Taupunkte einstellbar.

Es ist vorteilhaft, wenn als Heiz-/Kühlelement ein Peltierelement, ein kaskadiertes Peltierelement, eine elektrische Heizung/Kühlung über Luft/Wasser, ein Elektronikgehäuse einer Auswerteschaltung oder Kombinationen derselben vorgesehen sind. Mit diesen gängigen Heiz-/Kühlelementen kann die Taupunkttemperatur exakt eingestellt bzw. aufrecht erhalten werden.

Vorzugsweise verläuft der Lichtweg durch einen Lichtleiter. Einerseits gewährleistet ein Lichtleiter, dass das Messgas von dem Lichtweg ferngehalten wird. Andererseits bietet ein Lichtleiter gleichzeitig die Möglichkeit, Reflexionsflächen direkt an diesem anzuordnen. Ein Lichtleiter kann in verschiedenster Weise gestaltet werden, so dass die gesamte Vorrichtung je nach Einsatzbereich ein hohes Maß an Flexibilität erhält. Es können Lichtleiter aus verschiedenen Materialien, z.B. Glas oder Plexiglas zum Einsatz kommen. Im nahen Infrarotbereich eignet sich besonders ein Lichtleiter aus Glas.

Es kann vorteilhaft sein, den Lichtleiter als mikrooptisches Element auszulegen. Auf diese Weise kann die gesamte Vorrichtung besonders klein ausgelegt sein, wodurch sie auch in schlecht zugänglichen Bereichen anwendbar ist, etwa im menschlichen Körper während einer Operation.

Vorzugsweise hat das mikrooptische Element Linseneigenschaften. Hierdurch lässt sich der Lichtweg beeinflussen und somit optimal wählen.

Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn die Lichtquelle und/oder der Lichtsensor auf einem ebenen Substrat angeordnet sind. Dies hat zunächst fertigungstechnische Vorteile gegenüber einer Anordnung, bei der die Lichtquelle bzw. der Lichtsensor mit dem Ende des Lichtleiters ausgerichtet sein müssen.

Ferner kann in diesem Fall das mikrooptische Element besonders vorteilhaft als Modul ausgebildet sein, welches aus einem einzigen Spritzgussteil besteht. Die Lichtquelle und/oder der Lichtsensor können somit in geeigneter Weise auf dem Substrat bezüglich des mikrooptischen Elementes ausgerichtet werden.

Vorzugsweise ist das Reflexionsvermögen des Kondensationsbereiches durch einen Grenzwinkel α_g beschreibbar, wobei bei einem Reflexionswinkel oberhalb des Grenzwinkels α_g eine Totalreflexion stattfindet und bei einem Reflexionswinkel unterhalb des Grenzwinkels α_g eine Teilreflexion stattfindet und wobei der Grenzwinkel α_g durch Verschieben von Lichtquelle und/oder Lichtsensor einstellbar ist. Durch Verschieben von Lichtquelle und/oder Lichtsensor lässt sich also zum einen die grundsätzliche optische Justierung vornehmen; zum anderen ist es aber auch möglich, die erfindungsgemäße Vorrichtung für einen speziellen Anwendungszweck zu optimieren, nämlich durch entsprechendes Einstellen des Grenzwinkels α_g .

12.07.00

- 6 -

Es kann auch vorteilhaft sein, dass der Lichtweg zumindest teilweise durch Lichtleitfasern verläuft. Auf diese Weise kann das Licht von einer entfernt angeordneten Lichtquelle bzw. zu einem entfernt angeordneten Lichtsensor geleitet werden, ohne dass es auf die relative Anordnung von dem mikrooptischen Modul bzw. allgemein des Lichtleiters bezüglich der Lichtquelle und des Lichtsensors ankäme.

Es ist besonders vorteilhaft, wenn der Strahlengang in dem Lichtleiter an zwei Reflexionsstellen reflektiert wird, wobei an mindestens einer der Reflexionsstellen der Kondensationsbereich angeordnet ist. Auf diese Weise ist es möglich, das Licht geradlinig zum Kondensationsbereich zu führen, es unter einem Winkel zu reflektieren, bei dem eine Auskopplung stattfinden kann und es danach nochmals zu reflektieren, so dass es in den Bereich der Lichtquelle, wo auch der Sensor angeordnet ist, zurückkehrt. Es ist nützlich Lichtquelle und Lichtsensor so anzuordnen, dass sie nicht zu weit voneinander entfernt sind, damit die elektrische Beschaltung der Komponenten vereinfacht wird. Ebenso kann eine Auskopplung des Lichts bei der zweiten Reflexion des Lichtes erfolgen oder auch bei beiden Reflexionen.

In diesem Zusammenhang ist es besonders vorteilhaft, wenn die Reflexionsstellen am Ende eines länglichen Lichtleiters angeordnet sind. Der Lichtleiter ist somit ein praktisch beliebig zu gestaltendes Transportmedium für das Licht, wodurch der eigentliche Messbereich in seiner Anordnung von der Lichtquelle, dem Lichtsensor und der sonstigen Auswerteelektronik entkoppelt ist.

Bevorzugt ist das Ende des länglichen Lichtleiters halbkugelförmig, prismatisch oder kegelförmig ausgebildet. Diese Gestaltungen oder beliebige andere Gestaltungen, welche es gestatten, das am Ende des Lichtleiters ankommende Licht durch Reflexion zu einem Sensor zu führen, sind für die Durchführung der Erfindung geeignet.

DE 200 12 080 U1

Vorteilhafterweise ist ein Messraum zur Aufnahme des Messgases vorgesehen, welcher zumindest teilweise von einem Filter für das Messgas begrenzt ist. Grundsätzlich empfiehlt sich, dass der Messraum möglichst wenig durchströmt ist. Auf diese Weise kann die Temperatur unmittelbar an bzw. unter der Benetzungsschicht gemessen werden. Ein Filter beispielsweise aus Sinter-PTFE oder Sinter-Polyethylen ist geeignet, durch seine Poren Wasserdampf diffundieren zu lassen, Wasser jedoch abzuhalten; weiterhin wird die Durchströmung des Messraumes vermindert. An dieser Stelle ist zu bemerken, dass die Diffusion des Gases in den Messraum auch nicht zu langsam erfolgen darf, da ansonsten das gesamte Messsystem zu träge würde.

Bevorzugt ist die dem Messraum zugewandte Seite des Filters absorbierend. Damit verhindert man, dass Licht, welches aus dem Reflexionsstrahlengang ausgekoppelt ist, nach einer Reflexion an dem Filter wieder in den Strahlengang eintritt und so das Messergebnis verfälscht.

Vorzugsweise ist der Filter temperierbar. Durch Ankopplung des Filters an das Heiz-/Kühlelement lässt sich diese Temperierung erreichen.

Es ist vorteilhaft, wenn die dem Messraum abgewandte Seite des Filters thermisch isolierend ist. Dies ermöglicht den Einsatz der erfindungsgemäßen Vorrichtung auch bei ungünstigen Einsatzbedingungen, etwa bei einem hohen Temperaturunterschied zwischen Messgas und Kondensationsbereich. Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Oberteil der Isolierung abnehmbar bzw. austauschbar ist.

Vorzugsweise ist eine Lichtquelle für infrarotes, nahes infrarotes oder sichtbares Licht vorgesehen. Die Wahl der verwendeten Wellenlänge hängt beispielsweise von der Wahl des Lichtleitermaterials ab und umgekehrt.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn eine Lichtquelle zum Aussen-
den von moduliertem Licht vorgesehen ist. Indem der Sensor
elektronisch so beschaltet wird, dass er nur auf das speziell
ausgesendete modulierte Licht anspricht, können z.B. Streu-
lichteffekte eliminiert werden.

In diesem Zusammenhang kann es auch vorteilhaft sein, wenn der
Lichtsensormit einem Lichtfilter ausgestattet ist. Sendet die
Lichtquelle beispielsweise im nahen Infrarotbereich aus, so
kann ein Filter gewählt werden, welcher beispielsweise kein
sichtbares Licht durchlässt. Auch auf diese Weise werden Streu-
lichteffekte vermindert.

Besonders bevorzugt ist es, wenn Bereiche außerhalb des Konden-
sationsbereiches zumindest teilweise hydrophob sind. Man er-
reicht auf diese Weise eine gezielte Benetzung des Kondensati-
onsbereiches.

Es kann vorteilhaft sein, die elektrischen Anschlüsse wenig-
stens teilweise durch flexible Anschlussstechnik zu realisieren.
Durch diese Maßnahme ist die erfindungsgemäße Vorrichtung me-
chanisch besonders flexibel, so dass sie beispielsweise semiin-
vasiv zur Überwachung der Atemluft bei Operationen eingesetzt
werden kann.

Weiterhin kann vorteilhaft sein, dass sensorspezifische Kennda-
ten in einem nichtflüchtigen Speicher gespeichert sind. Auf
diese Weise ist es möglich, sensorspezifische Kenndaten beim
Initialisieren oder laufend auszulesen und entsprechend zu be-
rücksichtigen.

Vorzugsweise ist der Speicher in einem Stecker des Lichtsensors
lokalisiert. Hierdurch ist es nicht erforderlich, beispielswei-
se das Substrat, auf welchem der Sensor angeordnet ist, mit
elektronischen Komponenten zu bestücken. Vielmehr wird der
Speicher losgelöst von der eigentlichen erfindungsgemäßen Vor-
richtung zusätzlich bereitgestellt.

Es kann vorteilhaft sein, dass mehrere Lichtquellen und/oder Lichtsensoren mit unterschiedlichen Wellenlängen und/oder Filtern vorgesehen sind. Hierdurch können unterschiedliche Substanzen detektiert werden.

Dabei kann es nützlich sein, dass die Lichtquellen gleichzeitig oder sequentiell ansteuerbar und/oder modulierbar sind. Den Messsignalen können auf diese Weise weitere Charakteristika aufgeprägt werden, welche für die Auswertung von komplexen Vorgängen, beispielsweise bei der Anwesenheit verschiedener Substanzen, nützlich sein können.

In diesem Zusammenhang ist besonders vorteilhaft, wenn die Lichtquellen und die Lichtsensoren auf einem Kreisumfang paarweise diametral zueinander angeordnet sind. Die kreisförmige Anordnung unterstützt naturgemäß die Paarung von Lichtquelle und Lichtsensor.

Schaltungstechnisch ist vorteilhaft, dass die Lichtquelle Signale über einen Modulator enthält, dass ein Empfänger Signale an einen Demodulator übermittelt und dass der Modulator und der Demodulator synchronisiert sind. Hierdurch lässt sich bei der Auswertung der Messsignale die Demodulation entsprechend der Modulation des eingestrahlteten Lichtes ausführen.

Es ist nützlich, dass ein Mikroprozessor vorgesehen ist, welcher von einem Analog-Digital-Wandler gewandelte Messsignale erhält und die Messung steuert. Auf diese Weise ist eine Kommunikation mit Datenverarbeitungsanlagen möglich.

In diesem Zusammenhang ist es besonders nützlich, wenn die Steuer- und Messdaten über einen Bus übertragbar sind.

Die Messelektronik kann weiterhin dadurch vorteilhaft ausgelegt sein, dass Steuer- und Messdaten über eine optische Datenübertragung übertragbar sind. Hierdurch erreicht man eine galvanische

12.07.00

- 10 -

sche Trennung zwischen beispielsweise einem Bustreiber und dem Mikroprozessor.

Ein Verfahren baut auf dem Stand der Technik dadurch auf, dass das Licht zumindest teilweise durch ein Medium geleitet wird, welches von dem Messgas verschieden ist. Aufgrund dieses Verfahrens wird eine Verfälschung der Messergebnisse durch Verunreinigungen und vergleichbare Effekte im Messgas vermieden.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Temperatur des Kondensationsbereiches gemessen und geregelt wird. Man erreicht so, dass sich die Temperatur des Kondensationsbereiches bei der Taupunkttemperatur einstellt, wodurch eine besonders exakte Messung des Taupunktes erfolgen kann.

Besonders bevorzugt ist es, wenn das von der Lichtquelle ausgesendete Licht moduliert wird. Wenn der Lichtsensor mit der nachgeschalteten Auswertelektronik nur auf das modulierte Licht anspricht, so können durch die Modulation sonstige Lichteinflüsse eliminiert werden.

Es kann besonders nützlich sein, wenn die Kondensationsbereiche aufgeheizt werden, um einen Eichwert zu erhalten. Auf diese Weise wird eine Änderung der Sendeleistung der Lichtquelle, etwa einer LED, kompensiert, welche z. B. durch Alterung auftreten kann. Heizt man den Kondensationsbereich über den höchsten anzunehmenden Taupunkt auf, wird die dabei vom Sensor nachgewiesene Lichtintensität als "Trockenwert" für weitere Messungen verwendet.

Das Verfahren ist besonders nützlich, wenn ein Grenzwinkel α_g durch Verschieben der Lichtquelle und/oder des Lichtsensors eingestellt wird, wobei bei einem Reflexionswinkel oberhalb des Grenzwinkels α_g eine Totalreflexion stattfindet und bei einem Reflexionswinkel unterhalb des Grenzwinkels α_g eine Teilreflexion stattfindet. Auf diese Weise ist das Reflexionsvermögen

DE 200 12 050 U1

für unterschiedliche Aufgabenstellungen, etwa unterschiedliche Substanzen, einstellbar.

Vorzugsweise werden in einem Speicher gespeicherte Lichtsensor-spezifische Daten beim Initialisieren und/oder laufend ausgelesen. Dabei kann es sich beispielsweise um Eichparameter bzw. Korrekturfaktoren handeln, wodurch die Messergebnisse zuverlässiger und präziser werden.

Es kann nützlich sein, dass mehrere Lichtquellen gleichzeitig oder sequentiell angesteuert und/oder moduliert werden. Hierdurch können beispielsweise unterschiedliche Substanzen detektiert werden, wobei durch die Modulation den Signalen Information aufprägbar ist.

Eine besonders erwähnenswerte Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung besteht, neben den üblichen Verwendungen von Taupunktmessern, in der Feuchtemessung von Feststoffen, insbesondere Schüttgut.

Eine weitere nützliche Verwendung der Vorrichtung besteht darin, biologische oder chemische Vorgänge zu überwachen bzw. zu detektieren.

Ferner kann die Vorrichtung semiinvasiv bei medizinischen Eingriffen eingesetzt werden, insbesondere zur Überwachung der Atemluft. Auf diese Weise kann verhindert werden, dass der Patient während einer Operation "austrocknet".

Ebenfalls ist die Verwendung vorteilhaft, bei der die Vorrichtung auf der Innenseite einer Kraftfahrzeugscheibe angeordnet wird, um ein Beschlagen der Innenseite frühzeitig nachzuweisen und durch Gegenmaßnahmen zu verhindern. Beispielsweise kann ein Gebläse eingeschaltet werden, wenn von der erfindungsgemäßen Vorrichtung bereits eine Kondensation nachgewiesen wurde, welche für den Fahrer an der Innenseite der Kraftfahrzeugscheibe noch nicht sichtbar ist.

Der Erfindung liegt die überraschende Erkenntnis zugrunde, dass Verschmutzungen oder sonstige Unregelmäßigkeiten des Messgases, die ansonsten zu einer Verfälschung des Messergebnisses führen würden, eliminiert werden können. Durch die Tatsache, dass der Lichtweg durch ein Medium verläuft, welches von dem Messgas verschieden ist, wird die Messung unabhängig von Eigenschaften des Messgases, welche die Lichttransmission beeinflussen würden.

Die Erfindung wird nun mit Bezug auf die begleitenden Zeichnungen anhand einer speziellen Ausführungsform beispielhaft erläutert.

Fig. 1 zeigt eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in geschnittener Darstellung;

Fig. 2 zeigt eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in geschnittener Darstellung;

Fig. 3 zeigt einen Teil einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in geschnittener Darstellung;

Fig. 4 zeigt eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer Draufsicht;

Fig. 5 zeigt eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in geschnittener Darstellung;

Fig. 6 zeigt die Spitze eines Lichtleiters in geschnittener Darstellung;

Fig. 7 zeigt die Spitze gemäß Fig. 2 von oben;

Fig. 8 zeigt eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung einschließlich einer elektrischen Schaltung.

12.07.00
-13-

In Fig. 1 ist eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung geschnitten dargestellt. Die Vorrichtung umfasst eine Lichtquelle 10 und einen Lichtsensor 18. Diese sind an den Endbereichen eines Lichtleiters 12 angeordnet, welcher als mikrooptisches Element ausgebildet ist. Die Lichtquelle 10, der Lichtsensor 18 und der Lichtleiter 12 sind auf einem Substratträger 62 angeordnet. An der Oberseite der Vorrichtung befinden sich in einem schichtartigen Aufbau ein Sensorträger 56, eine temperatursensitive Schicht 52 und eine Passivierungsschicht 54. In dem Bereich des Sensorträgers 56, in dem keine temperatursensitive Schicht 52 und keine Passivierungsschicht 54 angeordnet ist, befindet sich eine sensitive Schicht 50, welche den Kondensationsbereich der Vorrichtung definiert. Die temperatursensitive Schicht 52 ist mit einem Mikrothermostaten 22 gekoppelt, welcher beispielsweise als Peltierheizung ausgelegt ist. Die Vorrichtung ist von einem Gehäuse 58 umgeben. An der Unterseite befinden sich Anschlüsse 60.

Beim Betrieb der Vorrichtung wird Licht von der Lichtquelle 10 auf die Unterseite der sensitiven Schicht 50 gesendet, wo es reflektiert wird. Das Licht fällt daraufhin auf den Lichtsensor 18. Für die Reflexion des Lichtes ist der in der Fig. 1 eingezeichnete Winkel α wichtig. Oberhalb eines Grenzwinkels α_c findet Totalreflexion statt. Unterhalb des Grenzwinkels wird ein Teil des Lichtes an der sensitiven Schicht 50 ausgekoppelt, so dass nur eine Teilreflexion stattfindet. Der Lichtsensor 18 detektiert somit eine verminderte Lichtintensität. Bei gegebener geometrischer Anordnung hängt der Grenzwinkel α_c von den Brechungsindizes an der reflektierenden Grenzfläche ab.

Wird Licht an einer Grenzfläche von einem Medium mit einem Brechungsindex n_2 zu einem Medium mit einem Brechungsindex n_1 reflektiert, so ergibt sich der Grenzwinkel als $\sin \alpha_c = n_2/n_1$.

Im vorliegenden Fall ist der Brechungsindex des Lichtleiters 12 (n_2) nahezu konstant, so dass der Grenzwinkel von dem Bre-

DE 200 12 060 U1

chungsindex n_1 abhängt, in welches das Licht austreten will. Schlägt sich nun auf der sensitiven Schicht 50 ein Kondensat nieder, so ändert sich der Brechungsindex n_1 und somit der Grenzwinkel α_g . Licht wird ausgekoppelt, und folglich wird am Lichtsensor 18 eine verminderte Lichtintensität nachgewiesen. Über die temperatursensitive Schicht 52 kann die Temperatur des Kondensationsbereiches eingestellt werden, wobei hierfür das vorzugsweise regelbare Peltierelement verwendet wird. Somit ist die Temperatur exakt auf den Kondensationspunkt einstellbar, wodurch dieser ermittelt wird. Die Passivierungsschicht 54 auf der temperatursensitiven Schicht 52 dient der Lokalisierung der Kondensation auf den sensitiven Bereich 50, um die Temperaturmessung der temperatursensitiven Schicht 52 nicht durch eine Kondensation direkt auf der temperatursensitiven Schicht 52 zu beeinflussen.

Besonders im Hinblick auf den Nachweis biologischer oder chemischer Reaktionen bzw. Vorgänge ist zu bemerken, dass die sensitive Schicht 50 auswechselbar sein kann (Ankopplung über Immersionsschicht). Hierdurch lässt sich die Vorrichtung für verschiedene Temperaturbereiche anpassen.

Fig. 2 zeigt eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. In geschnittener Darstellung. Elemente, welche jenen in Fig. 1 entsprechen, sind mit denselben Bezugszeichen gekennzeichnet. Die Besonderheit an dieser Ausführungsform besteht darin, dass das mikrooptische Element 12 Linseneigenschaften aufweist. Hierdurch ist es möglich, die Lichtquelle 10 und den Lichtsensor 18 auf einem ebenen Substrat 62 anzuordnen. Die Einstellung des Grenzwinkels α_g könnte bei dieser Ausführungsform - entsprechende Mikrooptik vorausgesetzt - durch Verschieben von Lichtquelle 10 und/oder Lichtsensor 18 erfolgen. An dieser Ausführungsform soll beispielhaft erwähnt werden, dass der untere Bereich der Vorrichtung gegen das Gehäuse 56 durch eine Isolierung 30 isoliert ist, während der Mikrothermostat 22 eine gute thermische Ankopplung 64 an die temperatursensitive Schicht 52 aufweist.

In Fig. 3 ist ein Teil einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung geschnitten dargestellt. Diese umfasst insbesondere das mikrooptische Element 12, wobei die Vorrichtung als mikrooptisches Modul aus einem einzigen Spritzgussteil gebildet ist. Diese modulare Lösung kann sich sowohl auf einen Lichtleiter 12 gemäß der Ausführungsform Fig. 1 als auch auf einen Lichtleiter 12 gemäß der Ausführungsform nach Fig. 2 beziehen. Die Modullösung unterstützt den kompakten Aufbau der erfindungsgemäßen Vorrichtung, so dass sie in Mikrosystemtechnik sehr klein und preiswert hergestellt werden kann.

In Fig. 4 ist eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung dargestellt. Hier sind mehrere Lichtquellen 10 und mehrere Lichtsensoren 18 vorgesehen, welche paarweise in einer sternförmigen Anordnung gegenüberliegend positioniert sind. Die jeweiligen Paare von Lichtquelle 10 und Lichtsensor 18 arbeiten mit einer gemeinsamen sensitiven Fläche 50, welche in dem Zentrum der sternförmigen Anordnung liegt.

Die unterschiedlichen Lichtquellen 10 und Lichtsensoren 18 können mit unterschiedlichen Wellenlängen und Filtern arbeiten, wodurch unterschiedliche Substanzen auf der sensitiven Fläche 50 nachgewiesen werden können. Die Lichtquellen 10 können dabei gleichzeitig oder sequentiell angesteuert (und auch moduliert) werden. Mit zunehmender Wellenlänge λ nimmt der Brechungsindex n ab. Damit können unterschiedliche Grenzwinkel α_c erzeugt werden; ferner können aber auch Absorptionen bei unterschiedlichen Wellenlängen detektiert werden.

In Fig. 5 ist eine weitere erfindungsgemäße Vorrichtung geschnitten dargestellt. Es ist eine Lichtquelle 10 vorgesehen, welche Licht in Längsrichtung eines Lichtleiters 12 sendet. Das Licht wird an der Spitze des Lichtleiters 12 an zwei reflektierenden Oberflächen 14, 16 reflektiert, woraufhin es durch den Lichtleiter 12 zurückkehrt. Am unteren Ende des Lichtleiters 12 wird das Licht von einem Lichtsensor 18 nachgewiesen. Die

Lichtquelle 10 und der Lichtsensor 18 sind mit einer Elektronik 20 verbunden, welche hauptsächlich der Auswertung der Lichtintensität dient. Der Lichtleiter 12 ist von einer Heiz-/Kühleinrichtung 22 teilweise umgeben, welche im vorliegenden Ausführungsbeispiel mit einem Elektronikgehäuse 24 der Auswerteelektronik 20 zum Zwecke der Kühlung gekoppelt ist. Die Spitze des Lichtleiters 12 ist mit Abstand von einem durchlässigen Filter 26 umgeben, so dass sich zwischen der Spitze des Lichtleiters 12 und dem durchlässigen Filter 26 ein Messraum 28 ausbildet. Das Heiz-/Kühlelement 22 und der Filter 26 sind von einer Isolationsschicht 30, 32 eingeschlossen, wobei der obere Teil der Isolationsschicht 32, d.h. derjenige Teil welcher auch den Filter 26 umgibt, durchlässig gestaltet ist.

Auf einer der schrägen Flächen der Spitze des Lichtleiters 12 ist ein Temperaturfühler 34 angeordnet. Über diesen Temperaturfühler 34 wird die Temperatur des betreffenden Kondensationsbereiches 36 im Zusammenspiel mit der Intensitätsmessung des Sensors 18 geregelt.

Die Empfindlichkeit der Vorrichtung kann erhöht werden, indem die relative Intensitätsänderung des Lichtes beim Erreichen der Taupunkttemperatur maximiert wird. Zu diesem Zwecke wird beispielsweise die Unterseite des Temperaturfühlers 34 absorbierend gestaltet.

Ebenfalls ist die Innenseite des Filters 26 absorbierend. Hierdurch wird verhindert, dass einmal ausgekoppeltes Licht von der Innenseite des Filters 26 reflektiert wird und nachfolgend wieder in den Lichtleiter 12 eintritt.

Fig. 6 ist eine detaillierte Darstellung der Spitze des Lichtleiters 12 aus Fig. 5 mit zwei Kondensationsbereichen 36, 38. Fig. 7 zeigt diese Spitze in Draufsicht. Die Kondensationsbereiche 36, 38 sind vorzugsweise an ihrer Oberfläche hydrophil, während die restlichen Bereiche hydrophob sind. Auf diese Weise wird die Kondensation des Messgases auf die Kondensationsberei-

che konzentriert. Neben der in den Fig. 6 und 7 dargestellten Form kann die Spitze des Lichtleiters auch zahlreiche andere Formen aufweisen. Sie kann beispielsweise halbkugelförmig, prismatisch oder kegelförmig sein.

In Fig. 8 ist ein möglicher Schaltungsaufbau zum Betreiben der erfindungsgemäßen Vorrichtung dargestellt. Die bereits beschriebenen Komponenten, der sensitive Bereich 50 (Kondensationsbereich), die temperatursensitive Schicht 52, der Lichtleiter 12 (mikrooptisches Element), der Mikrothermostat 22 (Peltier-Heizung), die Lichtquelle 10 und der Lichtsensor 18, finden sich im oberen Bereich der Darstellung. Die Lichtquelle 10 wird von einem Modulator 110 angesteuert, ein Demodulator 112 empfängt die Signale des Lichtsensors 18. Der Modulator 110 und der Demodulator 112 werden von einem Synchronisator 114 synchronisiert, dessen Ausgangssignal einer Signalaufbereitung 118 für das Empfangssignal zugeführt wird. Das Ausgangssignal der Signalaufbereitung 118 für das Empfangssignal wird einem Analog-Digital-Wandler 120 zugeführt. Dieser Analog-Digital-Wandler 120 erhält ein weiteres Signal aus einer Signalaufbereitung 116 für das Temperatursignal. Der Analog-Digital-Wandler 120 ist mit einem Mikroprozessor 122 verbunden. Ferner steht der Mikroprozessor 122 über eine Signalaufbereitung 140 des Peltier-Elementes 22 mit diesem in Verbindung. Der Mikroprozessor 122 ist über eine Optokopplung 138, 136, welche ein optisches Datenkoppellement 136, beispielsweise eine Lichtleitfaser, umfassen kann, mit einem Bustreiber 130 verbunden. Dieser stellt eine Verbindung mit dem Bus 132 zur Verfügung. Mit der Spannungsversorgung 134 ist ein Zerhacker 128 verbunden. Über einen Übertrager 126 wird die Spannungsversorgung der Spannungsaufbereitung 124 zugeführt.

Die in der vorstehenden Beschreibung, in den Zeichnungen sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der Erfindung wesentlich sein.

Die Erfindung kann auch durch folgende Schritte realisiert werden.

Ein Verfahren zum Bestimmen der Taupunkttemperatur eines Messgases, bei dem

- Licht von mindestens einer Lichtquelle (10) auf einen Kondensationsbereich (36, 38, 50) gesendet wird,
- Licht zumindest teilweise von dem Kondensationsbereich (36, 38, 50) reflektiert wird,
- die Intensität des reflektierten Lichts von mindestens einem Lichtsensor (18) ermittelt wird,
- die Temperatur des Kondensationsbereiches (36, 38) eingestellt wird und
- aus der von dem Lichtsensor (18) ermittelten Lichtintensität und der Temperatur des Kondensationsbereiches (36, 38, 50) die Taupunkttemperatur ermittelt wird, wobei das Licht zumindest teilweise durch ein Medium geleitet wird, welches von dem Messgas verschieden ist.

Ein Verfahren, wobei die Temperatur des Kondensationsbereiches (36, 38, 50) gemessen und geregelt wird.

Ein Verfahren, wobei das von der Lichtquelle (10) ausgesendete Licht moduliert wird.

Ein Verfahren, wobei die Kondensationsbereiche (36, 38, 50) aufgeheizt werden, um einen Eichwert zu erhalten.

Ein Verfahren, wobei ein Grenzwinkel α_c durch Verschieben der Lichtquelle (10) und/oder des Lichtsensors (18) eingestellt wird, wobei bei einem Reflexionswinkel oberhalb des Grenzwinkels α_c eine Totalreflexion stattfindet und bei einem Reflexionswinkel unterhalb des Grenzwinkels α_c eine Teilreflexion stattfindet.

Ein Verfahren, wobei in einem Speicher gespeicherte lichtsensorspezifische Daten beim Initialisieren und/oder laufend ausgelesen werden.

Ein Verfahren, wobei mehrere Lichtquellen (10) gleichzeitig oder sequentiell angesteuert und/oder moduliert werden.

Eine Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 38 zur Feuchtemessung von Feststoffen, insbesondere Schüttgut.

Eine Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 38, wobei biologische oder chemische Vorgänge überwacht bzw. selektiert werden.

Eine Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 38, wobei die Vorrichtung semiinvasiv bei medizinischen Eingriffen eingesetzt wird, insbesondere zur Überwachung der Atemluft.

Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 38, wobei die Vorrichtung auf der Innenseite einer Kraftfahrzeugscheibe angeordnet ist, um ein Beschlagen der Innenscheibe frühzeitig nachzuweisen und durch Gegenmaßnahmen zu verhindern.

B 996

ANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zum Bestimmen der Taupunkttemperatur eines Messgases, mit
 - mindestens einem Kondensationsbereich (36, 38, 50),
 - mindestens einer Lichtquelle (10) zum Aussenden von Licht auf den Kondensationsbereich (36, 38, 50), wobei das Reflexionsvermögen des Kondensationsbereiches (36, 38, 50) von der Kondensation des Messgases abhängt,
 - mindestens einem Lichtsensor (18) zum Ermitteln der von dem Kondensationsbereich (36, 38, 50) reflektierten Lichtintensität und
 - Mitteln (22) zum Einstellen der Temperatur des Kondensationsbereiches (36, 38, 50),dadurch gekennzeichnet,
dass der Lichtweg von der Lichtquelle (10) zum Lichtsensor (18) im wesentlichen durch ein Medium verläuft, welches von dem Messgas verschieden ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Kondensationsbereich (36, 38, 50) eine sensitive Schicht (50) aufweist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die sensitive Schicht (50) auswechselbar ist.

4. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an dem Kondensationsbereich (36, 38, 50) ein Temperaturfühler (34, 52) vorgesehen ist.
5. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Temperaturfühler (34, 52) eine temperatursensitive Schicht (52) umfasst.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die temperatursensitive Schicht (52) wenigstens teilweise von einer Passivierungsschicht (54) bedeckt ist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine dem ausgesendeten Licht ausgesetzte Seite des Temperaturfühlers (34) absorbierend ist.
8. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Regelung vorgesehen ist, welche die Temperatur des Kondensationsbereiches (36, 38, 50) auf die Taupunkttemperatur regelt.
9. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zum Einstellen der Temperatur ein Heiz-/Kühlelement (22) vorgesehen ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass als Heiz-/Kühlelement (22) ein Peltierelement, ein kaskadiertes Peltierelement, eine elektrische Heizung/Kühlung über Luft/Wasser, ein Elektronikgehäuse (24)

einer Auswerteschaltung (20) oder Kombinationen derselben vorgesehen sind.

11. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Lichtweg durch einen Lichtleiter (12) verläuft.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Lichtleiter (12) als mikrooptisches ausgelegt ist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das mikrooptische Element (12) Linseneigenschaften hat.
14. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquelle (10) und/oder der Lichtsensor (18) auf einem Substrat (62) angeordnet sind.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das mikrooptische Element (12) als Modul ausgebildet ist, welches aus einem einzigen Spritzgussteil besteht.
16. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
 - dass das Reflexionsvermögen des Kondensationsbereiches (36, 38, 50) durch einen Grenzwinkel α_g beschreibbar ist, wobei bei einem Reflexionswinkel oberhalb des Grenzwinkels α_g eine Totalreflexion stattfindet und bei einem Reflexionswinkel unterhalb des Grenzwinkels α_g eine Teilreflexion stattfindet, und

- dass der Grenzwinkels α_g durch Verschieben von Lichtquelle (10) und/oder Lichtsensor (18) einstellbar ist.
- 17. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Lichtweg zumindest teilweise durch Lichtleitfasern (136) verläuft.
- 18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Strahlengang in dem Lichtleiter (12) an zwei Reflexionsstellen reflektiert wird, wobei an mindestens einer der Reflexionsstellen der Kondensationsbereich (36, 38, 50) angeordnet ist.
- 19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Reflexionsstellen am Ende eines länglichen Lichtleiters (12) angeordnet sind.
- 20. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Ende des länglichen Lichtleiters (12) halbkugelförmig, prismatisch oder kegelförmig ausgebildet ist.
- 21. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Messraum (28) zur Aufnahme des Messgases vorgesehen ist, welcher zumindest teilweise von einem Filter (26) für das Messgas begrenzt ist.
- 22. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die dem Messraum (28) zugewandte Seite des Filters (26) absorbierend ist.

dadurch gekennzeichnet,
dass der Filter (26) temperierbar ist.

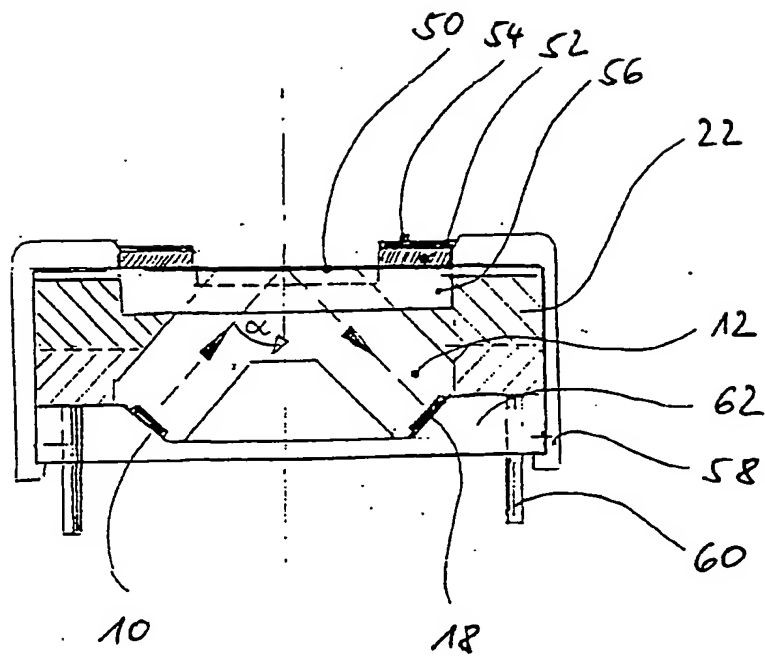
24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 23,
dadurch gekennzeichnet,
dass die dem Messraum (28) abgewandte Seite des Filters
(26) thermisch isolierend ist.
25. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Lichtquelle (10) für infrarotes, nahes infrarotes
oder sichtbares Licht vorgesehen ist.
26. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Lichtquelle (10) zum Aussenden von moduliertem
Licht vorgesehen ist.
27. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Lichtsensor (18) mit einem Lichtfilter ausgestat-
tet ist.
28. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass Bereiche außerhalb des Kondensationsbereiches (36, 38,
50) zumindest teilweise hydrophob sind.
29. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass elektrische Anschlüsse wenigstens teilweise durch fle-
xible Anschlusstechnik realisiert sind.
30. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass sensorspezifische Kenndaten in einem nichtflüchtigen
Speicher gespeichert sind.

31. Vorrichtung nach Anspruch 30,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Speicher in einem Stecker des Sensors lokalisiert
ist.
32. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass mehrere Lichtquellen (10) und/oder Lichtsensoren (18)
mit unterschiedlichen Wellenlängen und/oder Filtern vorge-
sehen sind.
33. Vorrichtung nach Anspruch 32,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Lichtquellen gleichzeitig oder sequentiell ansteu-
erbar und/oder modulierbar sind.
34. Vorrichtung nach Anspruch 32 oder 33,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Lichtquellen (10) und die Lichtsensoren (18) auf
einem Kreisumfang paarweise diametral zueinander angeordnet
sind.
35. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
 - dass eine Lichtquelle (10) Signale über einen Modulator
(110) erhält.
 - dass ein Empfänger (18) Signale an einen Demodulator
(112) übermittelt und
 - dass der Modulator (110) und der Demodulator (112) syn-
chronisiert sind.
36. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Mikroprozessor (122) vorgesehen ist, welcher von
einem Analog-Digital-Wandler (120) gewandelte Messsignale
erhält und die Messung steuert.

37. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t,
dass Steuer- und Messdaten über einen Bus (132) übertragbar
sind.
38. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t,
dass Steuer- und Messdaten über eine optische Datenübertra-
gung (138, 136) übertragbar sind.

12/7.00

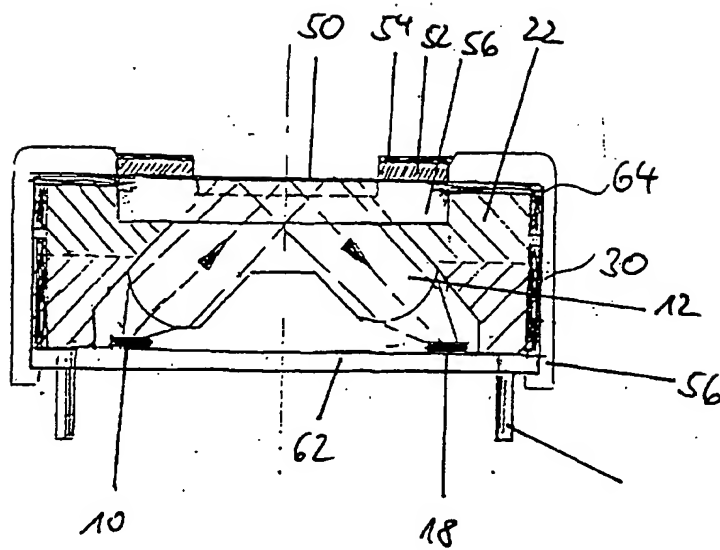
Fig. 1



DE 200 12 060 U1

12:07:00^{24.7}

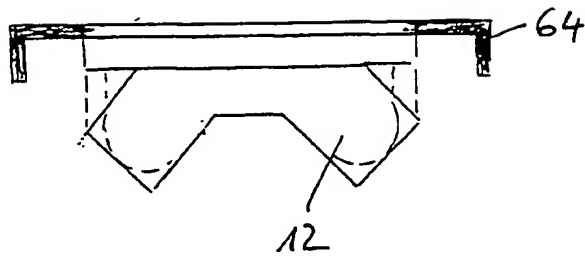
Fig. 2



DE 200 12 060 U1

12.317.00

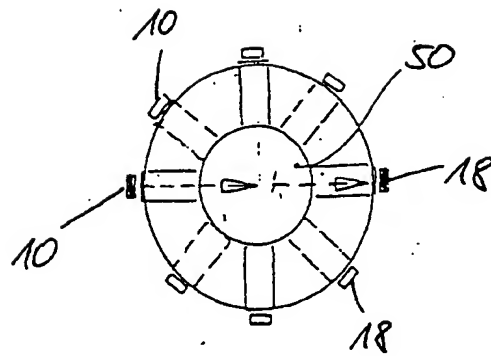
Fig. 3



DE 200 12 060 U1

4/7
12.07.00

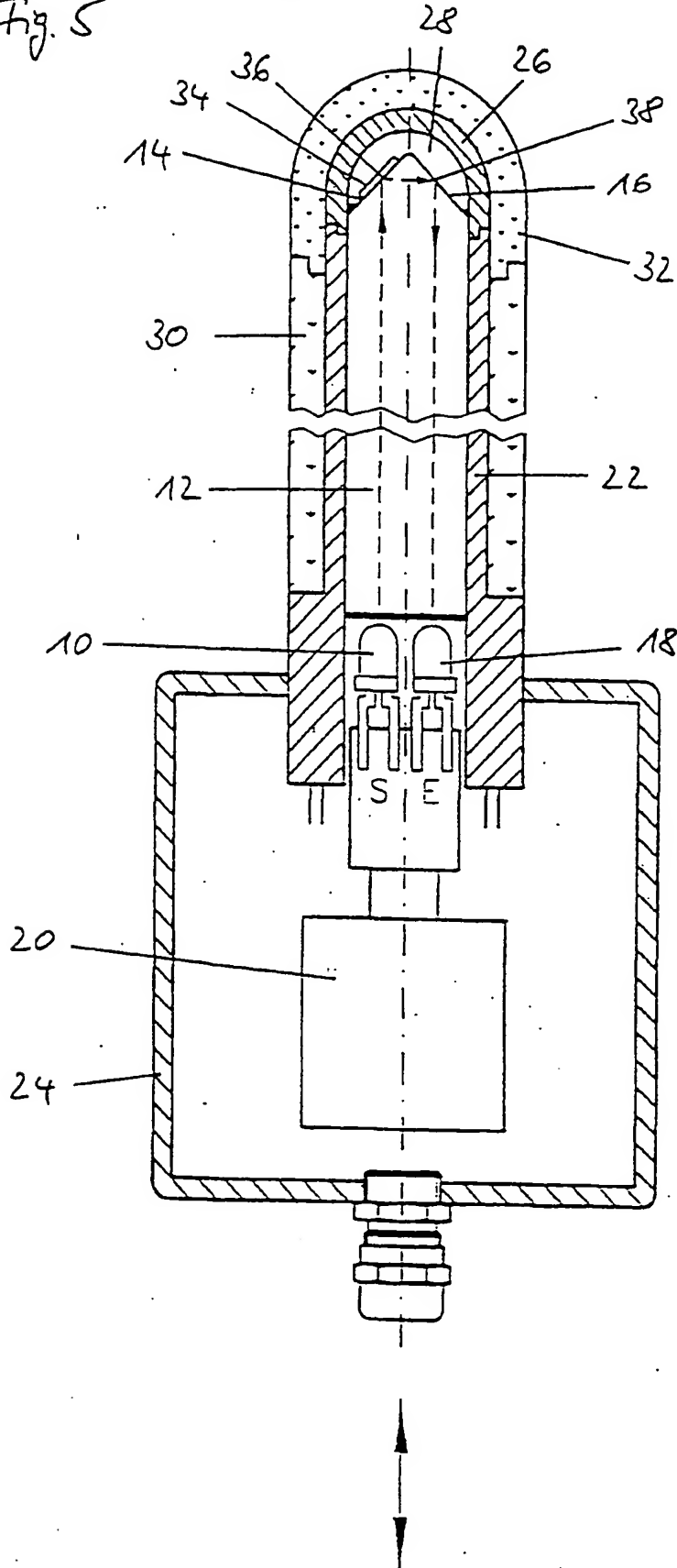
Fig. 4



DE 200 12 060 U1

5/7
12:07:00

Fig. 5



DE 200 12 060 U1

617
12.07.00

Fig. 6

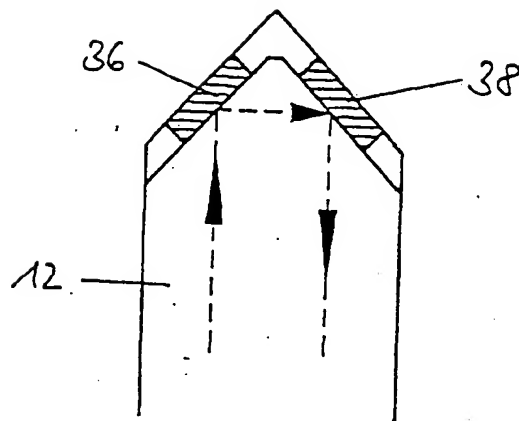
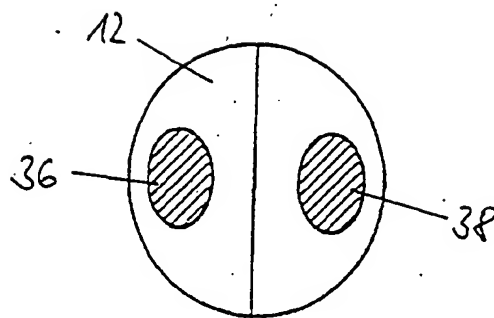


Fig. 7



717
12.07.00

Fig. 8

